

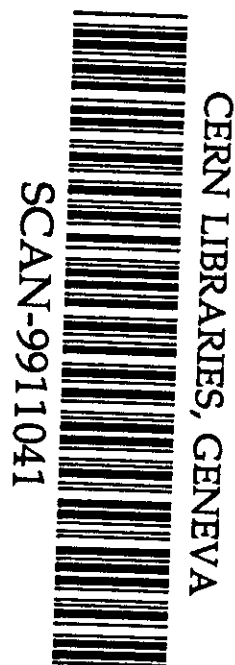
СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P10-99-188

И.М.Иванченко, Н.Н.Карпенко, И.В.Пузынин,
Т.В.Христова

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ОТКЛИКА
КООРДИНАТНЫХ ДЕТЕКТОРОВ
СПЕКТРОМЕТРА ЭКСЧАРМ



1999

1 Введение

Для исследования характеристик рождения очарованных частиц и поиска узких барионных резонансов на нейтральном канале серпуховского ускорителя создан спектрометр ЭКСЧАРМ [1]. Траекторная информация регистрируется комплексом многопроволочных пропорциональных камер(ПК) и используется для восстановления траекторий заряженных частиц, вылетающих из мишени, и частиц – продуктов распада, возникающих в распадном объеме. Комплекс содержит 25 сигнальных плоскостей с шагом дискретности 2 мм. Принцип работы ПК приводится в [2], с. 65.

До магнита расположены 8 двухкоординатных камер (ПК1-ПК8). В ПК5 и ПК8 проволочки сигнальных плоскостей намотаны соответственно под углами 22,5(U-плоскость) и -22,5(V-плоскость) градусов к оси ОУ, что облегчает пространственную реконструкцию треков. В остальных камерах до магнита проволочки расположены параллельно осям ОУ(X-плоскость) и ОХ(Y-плоскость). Первая и вторая камеры имеют размеры $0,82 \times 0,3\text{ м}^2$, с третьей по восьмую – $1,0 \times 0,6\text{ м}^2$. Расстояние между электродами равно 8 и 6 мм для "прямых" и "косых" камер соответственно. Три камеры после магнита(А, В и С) с размером рабочей области $2,048 \times 1,024\text{ м}^2$ и величиной промежутка между высоковольтными плоскостями, окружающими сигнальную плоскость, $d=12$ мм содержат по три сигнальные плоскости: X, Y и V. Детальное описание технических характеристик камер приведено в работах [3], [4].

Эффективное значение величины d используется при моделировании физических процессов на основе пакета GEANT-3 [5].

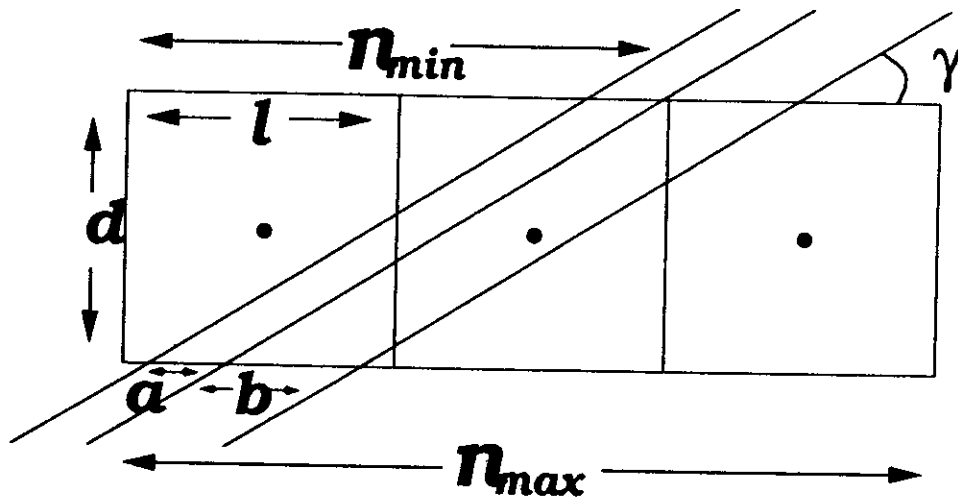


Рис. 1: Проекция трека на плоскость, перпендикулярную всем сигнальным волокнам

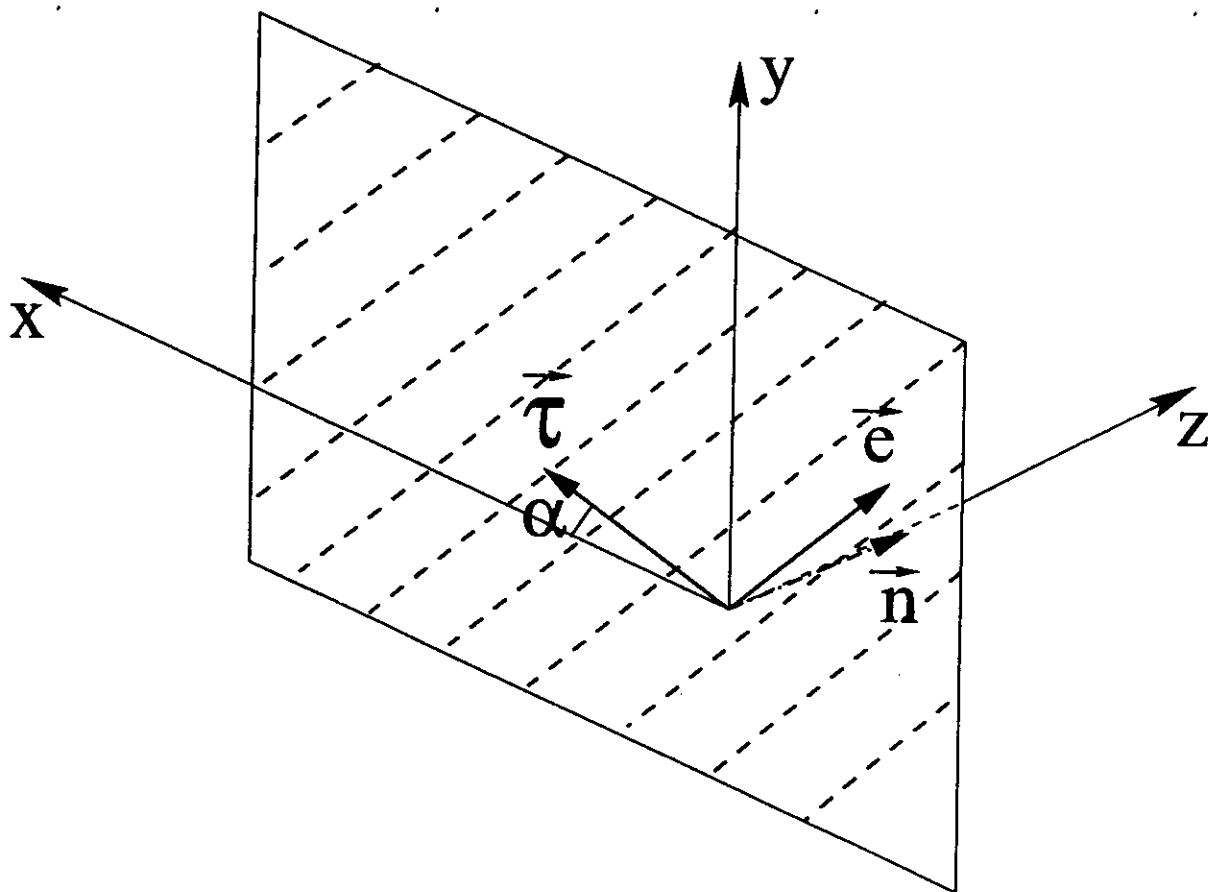


Рис. 2: ПК, повернутая под углом α , в системе координат спектрометра

Метод определения величины d использует принцип, применяемый для определения параметров магнитного поля и передаточных функций позиционно-чувствительных детекторов спектрометра ЭКСЧАРМ [6].

2 Планарная модель отклика ПК

В самой простой – линейной – модели отклика пропорциональной камеры при прохождении заряженных частиц принимается, что срабатывает ближайшая к треку проволочка сигнальной плоскости. В планарной модели каждая сигнальная проволочка находится в центре прямоугольной ячейки. Рассматривается проекция трека на плоскость, перпендикулярную всем сигнальным проволочкам (рис.1). Если трек проходит через ячейку, то считается, что соответствующая проволочка срабатывает. При этом ширина кластера (количество сработавших проволочек) зависит от наклона проекции трека и от положения точки пересечения. В этой модели средняя ширина кластера определяется выражением

$$\bar{N} = 1 + \frac{d}{l} \operatorname{ctg} \gamma, \quad (1)$$

где γ – угол между проекцией трека в плоскости, перпендикулярной сигнальным проволочкам, к прямой, соединяющей их центры (в той-же плоскости), d – эффективная ширина ячейки, l – расстояние между сигнальными проволочками (шаг дискретности ПК).

$$d = (\bar{N} - 1) \frac{l}{\operatorname{ctg} \gamma}. \quad (2)$$

В установке ось Z параллельна пучку и перпендикулярна ПК. Ось Y направлена вверх, а X – так, чтобы система координат была правой (рис.2).

Для определения угла γ использовались параметры трека. При этом вводились дополнительные единичные векторы (рис.3):

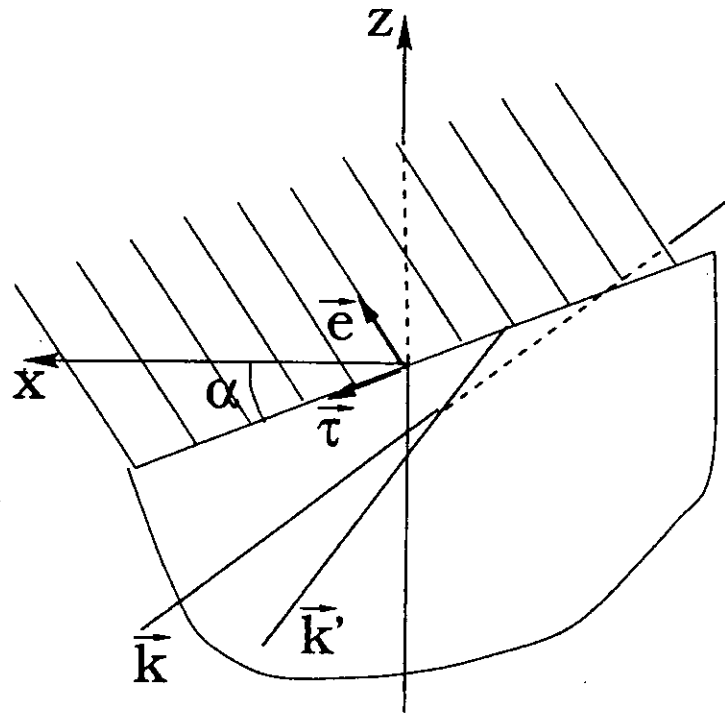


Рис. 3: Прохождение трека \vec{k} через ПК и плоскость, содержащую ось Z и вектор $\vec{\tau}$

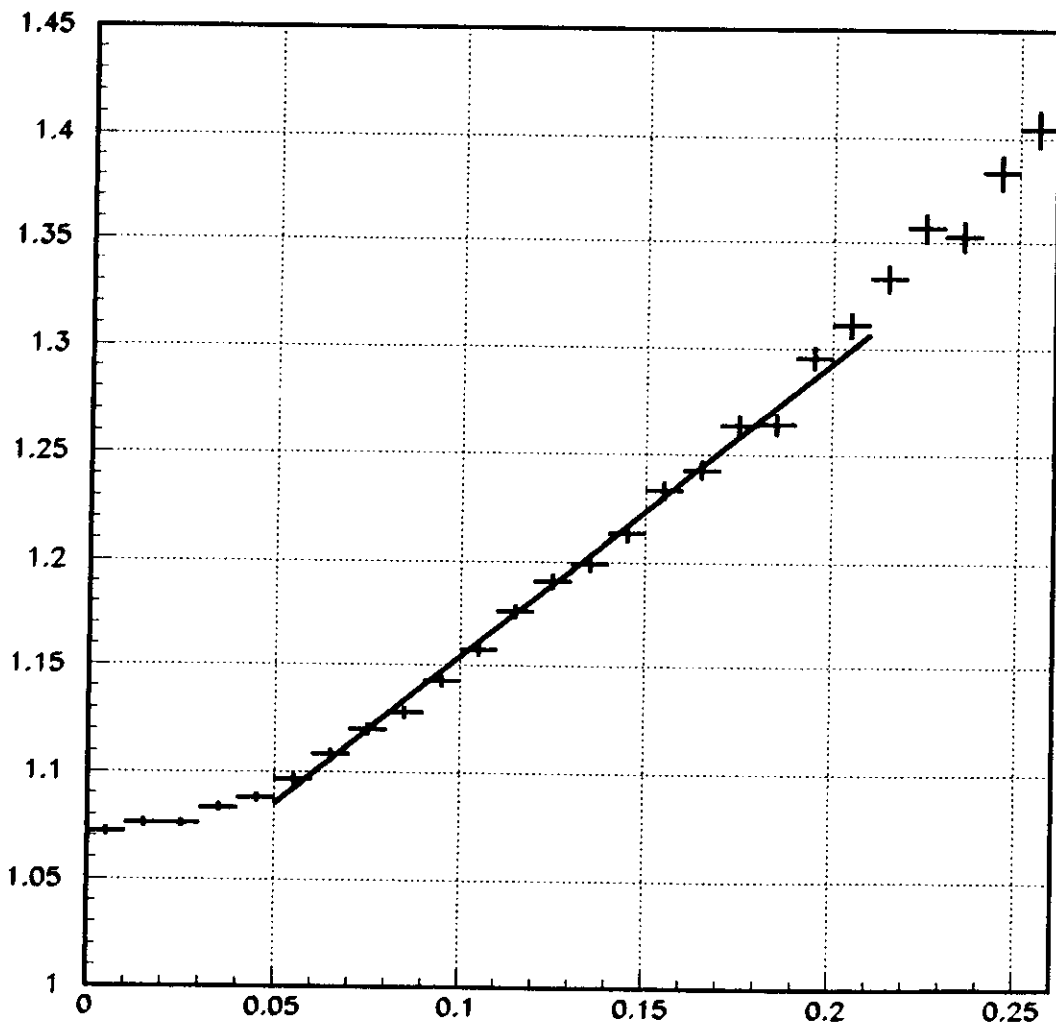


Рис. 4: Зависимость средней ширины кластера от $\text{ctg } \gamma$ для экспериментальных событий

- $\vec{\tau}$ — лежит в плоскости сигнальных проволок и ортогонален им;
- \vec{e} — параллелен проволокам и образует правую систему с осью Z и $\vec{\tau}$;
- \vec{k} — направление трека.

С их помощью получено выражение

$$\cos \gamma = \frac{\vec{k}\vec{\tau}}{\sqrt{1 - (\vec{k}\vec{e})^2}}. \quad (3)$$

3 Получение экспериментальных распределений

При математической обработке первичных экспериментальных данных и моделированной информации использовался многофункциональный комплекс BISON. Для определения параметров передаточной функции, и в частности эффективных значений центра ячейки рассматриваемой планарной модели, использовалась программа BISON-CORPAR [6]. В результате обработки исходной информации были сгенерированы банки данных – результаты распознавания (программа BISON-TRAFIN) и определения параметров треков (программа BISON-GEOKIN) для последующего анализа.

Отбор и статистический анализ необходимой информации проводился с помощью программы BISMXS. Для каждого трека в сигнальной плоскости находилась ширина соответствующего кластера, а на основе геометрических параметров трека используя формулу 3 вычислялся $\operatorname{ctg} \gamma$.

Эффективная толщина каждой камеры определяется путем аппроксимации в пространстве L2 зависимости средней ширины кластера от котангенса γ по формуле 1 (рис.4). Распределение $\operatorname{ctg} \gamma$ приведено на рис.5. Заложенный при моделировании

траекторной информации зазор между потенциальными плоскостями хорошо воспроизводится при обработке моделированных данных (рис.6).

Такой метод позволяет определить эффективные значения ширины чувствительной зоны для каждой сигнальной плоскости. Полученные на основании натурального эксперимента параметры имитационной модели отклика пропорциональной камеры существенно отличаются от априорных начальных значений: $d_{ef} = d_0/c$, где $c \approx 4,5$.

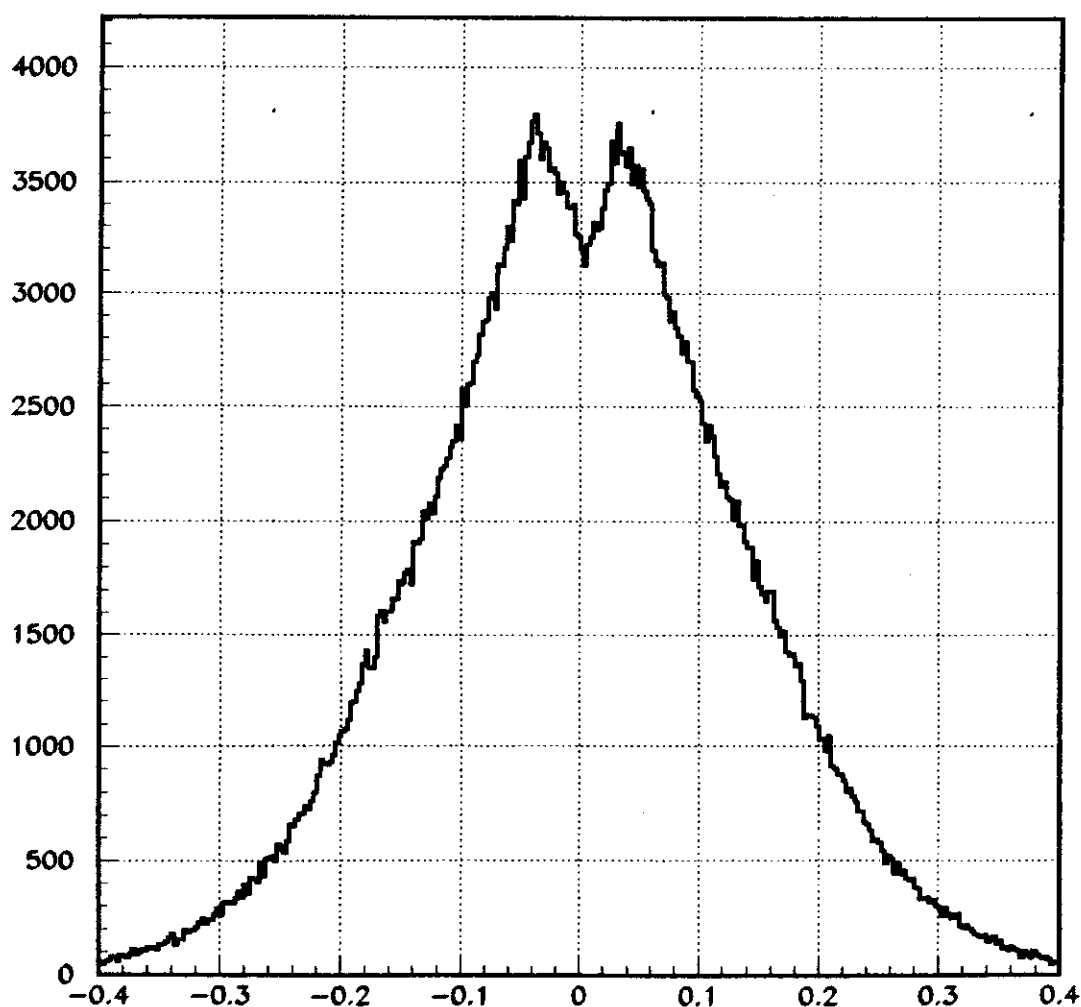


Рис. 5: Распределение $ctg \gamma$

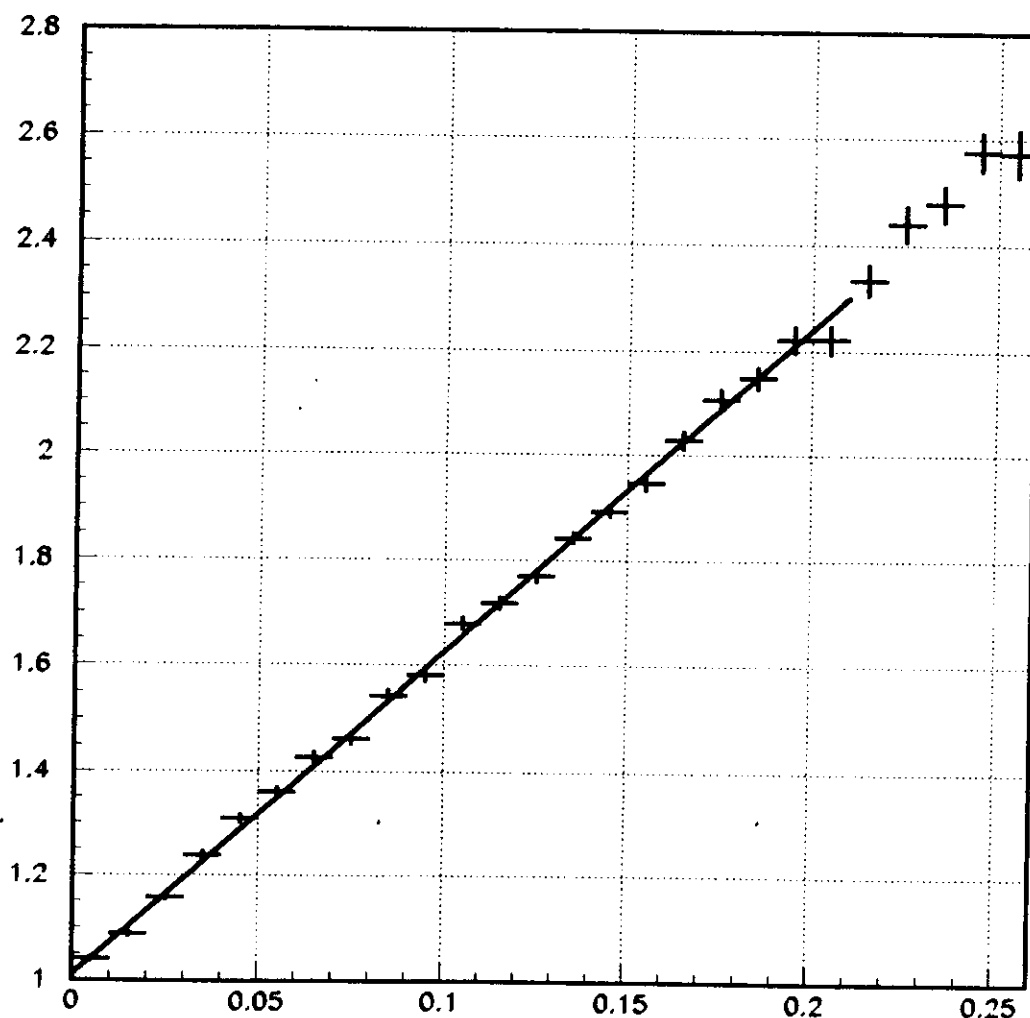


Рис. 6: Зависимость средней ширины кластера от $\text{ctg } \gamma$ для моделированных событий

4 Заключение

Авторы благодарны участникам сотрудничества ЭКСЧАРМ за помощь и плодотворные обсуждения.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации и Лаборатории физики частиц ОИЯИ при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 98-07-90294.

Литература

- [1] Алеев А.Н и др. Спектрометр ЭКСЧАРМ. ОИЯИ, Р13-98-286, Дубна, 1998.
- [2] Любимов А., Киш Д. Введение в экспериментальную физику частиц. ОИЯИ, Р1-98-231, Дубна, 1999.
- [3] Айхнер Г. и др. Система пропорциональных камер спектрометра БИС-2. ПТЭ, 1982, N3, с.40.
- [4] Алеев А.Н. и др. Пропорциональные камеры с размером рабочей области $2 \times 1 \text{ м}^2$ спектрометра ЭКСЧАРМ. ПТЭ 1995, N4, с.8.
- [5] GEANT, Detector Description and Simulation Tool. CERN W5013, 1995.
- [6] Иванченко З.М. и др. Методика преобразования координат локальных детекторов в единую систему. Труды международной конференции "Математическое моделирование и вычисления в физике" Дубна, 16-21 сентября, 1996 год. ОИЯИ, Д5,11-97-112, Дубна, 1997, с.332.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июня 1999 года.

Иванченко И.М. и др.

P10-99-188

Исследование модели отклика координатных детекторов спектрометра ЭКСЧАРМ

Исследуются математические модели позиционно-чувствительных дискретных детекторов. На основании данных натурального эксперимента определяются параметры имитационной модели пропорциональных камер — координатных детекторов спектрометра ЭКСЧАРМ. Приводятся метод и численные результаты. Полученные значения параметров используются при моделировании физических процессов, регистрируемых на серпуховском ускорителе спектрометром ЭКСЧАРМ.

Работа выполнена в Лаборатории физики частиц ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1999

Перевод авторов

Ivanchenko I.M. et al.

P10-99-188

Investigation on Model of Coordinate Detectors Response in the EXCHARM Spectrometer

The mathematical models of the position-sensitive discrete detectors are investigated. The parameters of an imitative model of the proportional chambers — the coordinate detectors of spectrometer EXCHARM are defined on virtue of data of natural experiment. The method and the numerical results are brought. The obtained values of parameters are used for modeling physical processes which are registered with the help of spectrometer EXCHARM on the accelerator in Serpukhov.

The investigation has been performed at the Laboratory of Particle Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1999

Редактор М.И.Зарубина. Макет Р.Д.Фоминой

Подписано в печать 08.07.99
Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 1,08
Тираж 345. Заказ 51482. Цена 1 р. 30 к.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
Дубна Московской области